

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252550

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H01L 51/00  
G09F 9/30  
H05B 33/14  
H05B 33/26

(21)Application number : 11-056102

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 03.03.1999

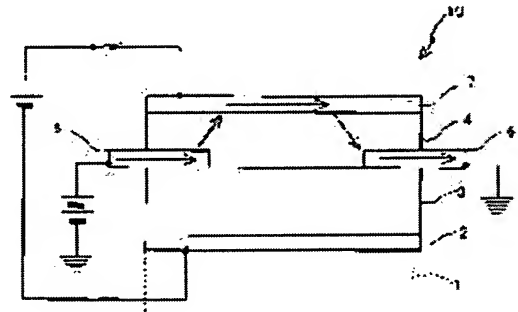
(72)Inventor : IMAI KUNIO

## (54) SWITCHING ELEMENT AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DISPLAY

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an organic thin-film switching element and an organic EL display having the organic thin-film switching element formed on a common substrate.

**SOLUTION:** An organic electroluminescent display, wherein a display array consisting of a plurality of light-emitting sections is formed, comprises a substrate having a plurality of first display electrodes corresponding to the light-emitting sections formed on the surface thereof, an organic material layer formed on each of the first display electrodes and containing at least one layer of an organic electroluminescent material which emits light by the injection of electrons and/or holes, second display electrodes formed in common on the organic material layer, and an organic thin-film switching element 10 formed on the substrate and connected to at least one of the first and second display electrodes. The element 10 is formed of a pair of opposing gate electrodes 2 and 7 interposing therebetween an insulating film and a thin film made of an organic substance which are laminated one upon another, and an intermediate electrode arranged on an interface between the thin film and the insulating film which are interposed between the electrodes 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] the gate electrode with which the pair which sandwiches the layered product which consists of an organic thin film which consists of an insulator layer by which the laminating was carried out mutually, and the organic substance counters, and the bipolar electrode arranged between said organic thin films and said insulator layers — since — the organic thin film switching element characterized by becoming.

[Claim 2] Said organic substance is an organic thin film switching element according to claim 1 characterized by being an insulating organic compound.

[Claim 3] Said organic substance is an organic thin film switching element according to claim 2 characterized by being one ingredient of electronic transportability and electron hole transportability at least.

[Claim 4] Said bipolar electrode is the organic thin film switching element of any 1 publication of claims 1–3 characterized by consisting of a counterelectrode of the pair which has been arranged at the interface between said said gate inter-electrode organic thin film and said insulator layer, and which is estranged mutually.

[Claim 5] The substrate with which two or more 1st display electrodes which are the organic electroluminescent element displays which have the display array which consists of two or more light-emitting parts, and correspond to said light-emitting part were formed on the front face, it forms on each of said 1st display electrode — having — the electron of at least one layer — and — or with the organic material layer containing the organic electroluminescence ingredient layer which emits light by impregnation of an electron hole. It is formed on the 2nd display electrode formed in common on said organic material layer, and said substrate, and connects at least with one side of said the 1st and 2 display electrodes. The organic thin film switching element which consists of a bipolar electrode arranged at the interface between said said gate inter-electrode organic thin film and said insulator layer at the gate electrode and list which the pair whose organic thin film which consists of the insulator layer and the organic substance by which the laminating was carried out is pinched counters, since — the organic electroluminescent element display characterized by becoming.

[Claim 6] The organic thin film which consists of said organic substance of said organic thin film switching element is an organic electroluminescent element display according to claim 5 characterized by consisting of said a part of organic material layer.

[Claim 7] Said light-emitting part is an organic electroluminescent element display according to claim 5 or 6 characterized by having been arranged in the shape of a matrix.

[Claim 8] The organic electroluminescent element display according to claim 5 characterized by having the capacitor which was formed on said substrate and connected to said the 1st and 2 display electrode list at least at one side of said organic thin film switching element.

[Claim 9] The organic electroluminescent element display according to claim 5 characterized by said substrate and said 1st display electrode being transparent.

[Claim 10] Said bipolar electrode of said organic thin film switching element is the organic electroluminescent element display of any 1 publication of claims 5–9 characterized by consisting of a counterelectrode of the pair which has been arranged at the interface between said said gate inter-electrode organic thin film and said insulator layer, and which is estranged mutually.

[Claim 11] Said bipolar electrode of said organic thin film switching element and said gate electrode for carrier impregnation are the organic electroluminescent element display of any 1 publication of claims 5–10 characterized by consisting of an ingredient which has a high work function when a carrier is an electron hole, and consisting of an ingredient which has a low work function when a carrier is an electron.

[Claim 12] Said bipolar electrode of said organic thin film switching element is an organic electroluminescent element display according to claim 11 characterized by consisting of a layered product which consists of the 1st layer which consists of an ingredient which is in said organic thin film, abbreviation, etc. by carrying out, and has a work function, and the 2nd layer which consists of an ingredient which has a work function higher than this, or a layered product which consists of the 2nd layer which consists of an ingredient which has a work function lower than this.

---

 [Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the organic EL device display which has arranged the plurality of this switching element \*\* in the shape of a matrix in the organic EL device equipped with the luminous layer which consists of a thin film of this organic electroluminescence ingredient using the electroluminescence (henceforth EL) of the organic compound ingredient which emits light by impregnation of an electron and an electron hole, and the list, concerning the switching element using the organic thin film which consists of the organic substance.

[0002]

[Description of the Prior Art] The organic EL device display constituted by a low power and the high display quality list as a display in which thin-shape-izing is possible by arranging the plurality of an organic EL device in the shape of a matrix attracts attention. As shown in drawing 1, as for each organic EL device 200, the laminating of at least one-layer organic material layer 202 which consists of an electronic transportation layer, a luminous layer, an electron hole transportation layer, etc. on the transparency substrates 1, such as a glass plate with which transparent \*\* 201 which consists of indium stannic acid ghost \*\*\*\*\* ITO was formed, and the metal electrode 203 is carried out. The luminous layer in the organic material layer 202 emits light by applying the electrical potential difference of minus to the anode plate of transparent \*\* 201 in the cathode of plus and a metal electrode 203, namely, impressing a direct current between a transparent electrode and a metal electrode.

[0003] In an organic EL device, an exciton arises by the recombination of the electron poured in from metal cathode, and the electron hole poured in from the transparency anode plate to the luminous layer, and light is emitted in the process in which this exciton carries out radiation deactivation. Therefore, electrically, an organic EL device 200 can be expressed in an equal circuit like drawing 2. As shown in drawing, a component can be transposed to the configuration by the conductive unsymmetrical light emitting diode component E combined with juxtaposition at the capacity component C and this capacity component. Therefore, it is thought that an organic EL device is a capacitive light emitting device. If the luminescence driver voltage of a direct current is impressed to inter-electrode, a charge will be accumulated in the capacity component C and will continue, a current will flow in the organic material layer which bears a luminous layer from a transparent electrode (anode plate side of the diode component E), and an organic EL device will emit light by the reinforcement proportional to this current at first, if the barrier voltage or luminescence threshold voltage of the component proper concerned is exceeded. The property of the electrical-potential-difference V-current I-brightness L of this component is similar to the property of diode, and on the electrical potential difference below the luminescence threshold  $V_{th}$ , when Current I is very small and it becomes an electrical potential difference beyond the luminescence threshold  $V_{th}$ , Current I is a property which increases rapidly. Moreover, Current I is proportional to brightness L mostly. Such an organic EL device will present the luminescence brightness proportional to the current according to the driver voltage concerned, if the driver voltage exceeding the luminescence threshold  $V_{th}$  is impressed to a component, if the driver voltage impressed is below the luminescence threshold  $V_{th}$ , a drive current does not flow but luminescence brightness is also still zero.

[0004] An organic EL device display is luminescence equipment which has the image display array which consists of two or more luminescence pixels, i.e., organic EL device, arranged in the shape of [ which has been arranged in a crossing row and column /so-called ] a matrix. There are some which are called a passive-matrix drive method in an example of the drive approach of this organic EL device display. It is made to make the organic EL device of the intersection location of arbitration emit light by the display of a passive-matrix drive method connecting an organic EL device for every intersection location of the anode rays which have arranged two or more anode rays and cathode rays in the shape of a matrix (grid), and have been arranged in the shape of [ this ] a matrix, and cathode rays, and driving the line of another side by the driving source synchronizing with this scan, while making sequential selection and scanning these anode rays or cathode rays with a fixed time interval. Since each organic EL device turns on only the access time by this method, in order to make it a large-sized screen, a high current and the high voltage are needed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In large-sized screen-ization of a display, the thing of a active-matrix drive method other than a passive-matrix drive method organic EL device display can be considered. This transposes above-mentioned anode rays and cathode rays to a scan signal line and data signal Rhine, and uses a thin film transistor (TFT:Thin Film Transistor) for a switching element for every intersection location, and it supplies

a current for every pixel and it is made to make an organic EL device emit light by switching. The component which consists of p-Si and a-Si may be adopted as TFT, and MOS-FET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) can also be used and constituted instead.

[0006] For example, at MOS-FET of a switching element, two reversal conductivity regions are formed on a semiconductor, for example, Si substrate, oxide SiO<sub>2</sub> thin film and a metal gate electrode are prepared in order on the substrate front face between these reversal conductivity regions, and the conductivity on the front face of a substrate is controlled by the electric field impressed from the metal gate. Therefore, since a semi-conductors [ substrate / Si wafer / polish recon ] substrate is required for the display board and membrane formation of an inorganic material is required on it, an elevated-temperature process is used for the manufacture.

[0007] Although there is much need over a thing large-sized as a display of an indicating equipment, if the inorganic material switching element which needs an elevated-temperature process for manufacture is used for the large-sized display of the organic EL device indicating equipment of a active-matrix drive method, expensive rank-ization of an indicating equipment will not be avoided. Then, the purpose of this invention is to provide [ offering the organic thin film switching element which can be comparatively created at low temperature, and ] a list with the organic EL device display in which the organic thin film switching element was formed on the common substrate.

[0008]

[Means for Solving the Problem] the gate electrode with which the pair which sandwiches the layered product which consists of an organic thin film with which the organic thin film switching element of this invention consists of an insulator layer by which the laminating was carried out mutually, and the organic substance counters, and the bipolar electrode arranged between said organic thin films and said insulator layers — since — it is characterized by becoming. In the organic thin film switching element of this invention, it is characterized by said organic substance being an insulating organic compound.

[0009] In the organic thin film switching element of this invention, it is characterized by said organic substance being one ingredient of electronic transportability and electron hole transportability at least. In the organic thin film switching element of this invention, it is characterized by said bipolar electrode consisting of a counterelectrode of the pair which has been arranged at the interface between said said gate inter-electrode organic thin film and said insulator layer and which is estranged mutually.

[0010] The organic electroluminescent element display of this invention The substrate with which two or more 1st display electrodes which are the organic electroluminescent element displays which have the display array which consists of two or more light-emitting parts, and correspond to said light-emitting part were formed on the front face, it forms on each of said 1st display electrode — having — the electron of at least one layer — and — or with the organic material layer containing the organic electroluminescence ingredient layer which emits light by impregnation of an electron hole It is formed on the 2nd display electrode formed in common on said organic material layer, and said substrate, and connects at least with one side of said the 1st and 2 display electrodes. the organic thin film switching element which consists of a bipolar electrode arranged at the interface between said said gate inter-electrode organic thin film and said insulator layer at the gate electrode and list which the pair whose organic thin film which consists of the insulator layer and the organic substance by which the laminating was carried out is pinched counters — since — it is characterized by becoming.

[0011] In the organic electroluminescent element indicating equipment of this invention, it is characterized by the organic thin film which consists of said organic substance of said organic thin film switching element consisting of said a part of organic material layer. In the organic electroluminescent element display of this invention, it is characterized by having arranged said light-emitting part in the shape of a matrix.

[0012] In the organic electroluminescent element display of this invention, it is characterized by having the capacitor which was formed on said substrate and connected to said the 1st and 2 display electrode list at least at one side of said organic thin film switching element. In the organic electroluminescent element display of this invention, it is characterized by said substrate and said 1st display electrode being transparent.

[0013] In the organic electroluminescent element indicating equipment of this invention, it is characterized by said bipolar electrode of said organic thin film switching element consisting of a counterelectrode of the pair which has been arranged at the interface between said said gate inter-electrode organic thin film and said insulator layer and which is estranged mutually. In the organic electroluminescent element indicating equipment of this invention, said bipolar electrode of said organic thin film switching element and said gate electrode for carrier impregnation are characterized by consisting of an ingredient which has a high work function, when a carrier is an electron hole, and consisting of an ingredient which has a low work function when a carrier is an electron.

[0014] It is characterized by consisting of a layered product which consists of the 1st layer which consists of an ingredient which said bipolar electrode of said organic thin film switching element carries out said organic thin film, abbreviation, etc. in the organic electroluminescent element indicating equipment of this invention, is, and has a work function, and the 2nd layer which consists of an ingredient which has a work function higher than this, or a layered product which consists of the 2nd layer which consists of an ingredient which has a work function lower than this.

[0015]

[Embodiment of the Invention] In the process in which the electric conduction device of an organic EL device is examined in a detail, when the pulse voltage of 20kHz was applied to the organic thin film, i.e., an organic material layer, from the cathode which counters, and an anode plate, the artificer did the knowledge of the ability to pour in a charge to the fixed depth of an organic thin film according to an electrical potential difference, and resulted in this invention. Since a charge can exist in an organic thin film if an electrical potential difference is applied in the

thickness direction of an organic thin film, bipolar electrodes, such as another source and a drain, are arranged in an organic thin film, and it becomes possible to pass a current to the electrode. That is, using the electric conduction device of the ingredient which may be used for an organic EL device, an electrical potential difference will be impressed in the thickness direction of an organic thin film, and the current of thickness or the direction of a field can be switched.

[0016] The example by this invention is explained to it, referring to a drawing to below. As shown in drawing 3, the organic thin film switching element 10 of the 1st example forms the insulating layer 3 which consists of organic compounds, such as polyimide, on the gate electrode 2 for the electric-field impression formed on the substrates 1, such as glass, and is formed on it. the metal electrodes 5 and 6 with which the bipolar electrode, i.e., a pair, formed so that the organic thin film switching element 10 might be estranged and arranged in the organic thin film 4 which consists of an organic compound formed on the insulating layer 3 where the gate electrode 2 was embedded, and the organic thin film 4 counters, and the gate electrode 7 formed so that a metal electrode 5 and 6 lists might be contacted at the organic thin film 4 on those gaps — since — it becomes. The gate electrode 7 collaborates with the gate electrode 2 which counters, and impresses electric field to the organic thin film 4 of those gaps at a metal electrode 5 and 6 lists. The gate electrode 7 is arranged so that the electric field of the line of electric force which crosses to the straight line which connects between a metal electrode 5 and 6 may be impressed. the organic thin film 4 — electronic transportability — and — or it is the insulating organic compound of electron hole transportability. The organic thin film 4 has for example, the poly thiophene etc.

[0017] In this invention, when a forward or negative electrical potential difference is impressed to the gate electrode 7 directly prepared in the organic thin film, it has prepared in the gate electrode so that the organic thin film of the electron hole transportability used as the channel of a component or electronic transportability may be pinched paying attention to the ability to inject a direct charge into an organic thin film, and an electron hole or an electron is injected into the channel of the organic thin film of gate electrode 7 directly under. In the organic thin film switching element 10, if a forward electrical potential difference is impressed to the organic thin film 4 of electron hole transportability and it is made to produce electric field, an electron hole will be injected into the organic thin film 4, and the organic thin film of electron hole transportability will serve as a channel among metal electrodes 5 and 6. Or if a negative electrical potential difference is impressed to the organic thin film 4 of electronic transportability and it is made to produce electric field, an electron will be injected into the organic thin film 4, and the organic thin film of the electronic transportability between metal electrodes 5 and 6 will serve as a channel. The current from the source electrode 5 to the drain electrode 6 is switchable by On/Off [ gate voltage ] by giving the potential difference to metal electrodes 5 and 6, i.e., a source electrode, and a drain electrode in this condition, using as a carrier the electron hole or electron injected into the organic thin film, and passing a current.

[0018] If a charge is injected into an organic thin film channel, applying ON electrical potential difference to the gate electrode 7 directly joined to the organic thin film channel in an organic thin film switching element as shown in drawing 3, a current will flow between the opposite metal electrode 5 and 6 with the poured-in charge. Moreover, if the electrical potential difference of the gate electrode 7 is turned off, an impregnation charge will be lost and a current will not flow. Since fine control of the current according [ control of the organic EL device in a active-matrix drive ] to gate voltage is unnecessary, it is realizable if there are two organic thin film switching elements which can do ON/OFF of a current.

[0019] In this organic thin film switching element, the thin film of inorganic electric insulation, such as oxidation silicon, is not prepared up and down, but it has the structure of an organic thin film of attaching a gate electrode to an organic thin film directly. By this invention, since the gate voltage of a switching element can carry out direct impression, without minding an insulator layer, gate voltage can be fallen sharply, and since a component becomes less capacitive, the response of switching becomes quick. Furthermore, since the minerals insulating material which generally needs an elevated-temperature process is not used for the switching element of this invention, it can create a component at low temperature comparatively, and is the the best for control of organic functional devices, such as current control of an organic EL device.

[0020] Furthermore, as shown in drawing 4, in an organic thin film switching element, one electrode 5 of the opposite metal electrode shown in drawing 3 is also omissible. Namely, there should just be at least one bipolar electrode in the 2nd example of this invention. This organic thin film switching element 11 is a configuration of the gate electrode which impresses electric field which pours in a charge from 7 to the organic thin film 4 on the other hand, and is further passed to the drain electrode 6.

[0021] Some display panels in the organic EL device display of the 3rd example by the active-matrix drive method are shown in drawing 5. This display panel 109 has the image display array which consists of plurality of the luminescence pixel 111 which it is arranged in the shape of a matrix, and each becomes from three light-emitting parts (organic EL device), red R, Green G, and blue B. It consists of an organic thin film switching circuit which consists of two the organic thin film switching elements 10 and 11 and capacitors 300 per light-emitting part of one pixel, and an organic EL device 200. The substrate of the organic EL device display of an image display array with which such a light-emitting part combination unit consists of two or more luminescence pixels which only the number of the total numbers of pixels was accumulated for every pixel, and have been arranged in the shape of a matrix is formed.

[0022] On the glass substrate of this organic EL device indicating equipment, the anode line 12 and data signal Rhine 13 which are elongated in parallel on both sides of an organic EL device 200 and a capacitor 300 are prepared, and the cathode line 15 and the scan signal line 16 which it is arranged in the location which estranges electrically

and intersects perpendicularly, and are further elongated from these Rhine are prepared. According to the RGB code to data signal Rhine 13, the scan signal line 16 is scanned sequentially, and selection luminescence of the organic EL device 200 of an intersection pixel is carried out.

[0023] Drawing 6 shows the circuitry of one light-emitting part corresponding to the unit pixel of a display panel to the 3rd example. The gate G1 of the organic thin film switching element 11 is connected to the scan signal line 16 to which the scan signal which scans the line from a scanning circuit is supplied, and, on the other hand, the source S of the organic thin film switching element 11 is connected to data signal Rhine 13 to which the signal from the write-in circuit corresponding to the data of a frame memory is supplied with the gate G2.

[0024] It connects with the gate G2 and the capacitor 300 of the organic thin film switching element 10, and the drain D of the organic thin film switching element 11 is connected to the cathode line 15 through the capacitor 300. The source S of the organic thin film switching element 10 is connected to the anode line 12, it connects with the ITO anode plate, i.e., 1st display electrode, of an organic EL device 200, and, on the other hand, the drain D of the organic thin film switching element 11 is connected to the cathode line 15 through the metal cathode of an organic EL device 200. The gate G1 of the organic thin film switching element 10 is also connected to the cathode line 15. It connects with a power circuit and the anode line 12 and the cathode line 15 are controlled, respectively.

[0025] The luminescence control action of the unit pixel of the display panel 109 with which two or more arrays of such a circuit were carried out at the line and the train is as follows. If the ON potential difference is supplied to the gate inter-electrode of the organic thin film switching element 11, the organic thin film switching element 11 will pass the current corresponding to the electrical potential difference of the data supplied to Source S from Source S to Drain D. The organic thin film switching element 11 becomes that the gate inter-electrode of the organic thin film switching element 11 is the off potential difference with the so-called cut-off, and the drain D of the organic thin film switching element 11 will be in an open condition. Therefore, a capacitor 300 is charged with the current based on the electrical potential difference of Source S in the gate inter-electrode of the organic thin film switching element 11, and the electrical potential difference is supplied to the gate G2 of the organic thin film switching element 10 at the period of the ON potential difference. The organic thin film switching element 10 will be in a closed state based on the gate voltage, and a current flows from Source S to Drain D and the ITO anode plate of an organic EL device 200 through the anode line 12, and makes an organic EL device 200 emit light.

[0026] If the gate inter-electrode of the organic thin film switching element 11 becomes the off potential difference, the organic thin film switching element 11 will be in an open condition, the electrical potential difference of the gate G2 will be held with the charge accumulated in the capacitor 300, the organic thin film switching element 10 will maintain a current till the next scan, and luminescence of an organic EL device 200 will also be maintained. Next, the production process of the display panel 109 of an organic EL device display is explained.

[0027] As shown in drawing 7, the anode line 12 which consists of ITO, respectively, data signal Rhine 13, one electrode 301 of a capacitor, and the transparent electrode (anode plate) 201 of the 1st display electrode are first formed on a glass substrate 1. Field 7a used as the source S of the organic thin film switching element 11 and the gate G2 exists in the part which counters the electrode 301 of data signal Rhine 13, and field 2a used as the gate G2 of the organic thin film switching element 10 exists in the part which counters the anode line 12 of the electrode 301 for capacitors. Although Rhine which consists of ITO is shown, the laminating of the metal of low resistivity, such as aluminum, may be further carried out on Rhine.

[0028] As shown in drawing 8, the insulating layers 3, such as photosensitive polyimide with opening which exposes the transparent electrode 201 of the 1st display electrode on the substrate 1 equipped with each current carrying part of ITO in order to carry out the laminating of the organic material layer containing the organic electroluminescence ingredient layer which emits light, are formed. Here, contact hole 12a for the sources for connecting with the anode line 12 of contact hole 11a for the drains for connecting with the capacitor of the organic thin film switching element 11 and the organic thin film switching element 10 is formed.

[0029] Next, the band form of aluminum of current-carrying-part 6a which connects the drain electrode 6 of the organic thin film switching element 11, and this to a capacitor through contact hole 11a as shown in drawing 9, Band form 6a of aluminum which has an edge used as the source electrode 6 on the same field 2a with band form 5a of aluminum which has an edge used as the source electrode 5 on field 2a used as the gate G2 of the organic thin film switching element 10 is formed with vacuum deposition etc. on an insulating layer 3. The near opposite other end used as organic thin film switching element 10 electrode forms the band forms 5a and 6a of aluminum so that it may connect with the transparent electrode 201 of the anode line 12 and the 1st display electrode, respectively.

[0030] Next, as shown in drawing 10, electron hole transportation layer 4a is formed all over a substrate. Next, as shown in drawing 11, the predetermined mask for EL medium membrane formation is used upwards corresponding to the transparent electrode 201 of the 1st display electrode on electron hole transportation layer 4a, and the luminescence organic electroluminescence medium 4 of R, G, and B is formed to predetermined thickness. Sequential migration of the mask is carried out so that mask opening may be arranged on the adjoining 1st display electrode from on [ of one ] the 1st display electrode 201, and membranes are formed. In addition, since flattening on the front face of a substrate is made, other dielectrics can also be formed to the corresponding point in addition to two organic thin film switching elements and an organic electroluminescence medium for capacity adjustment of a capacitor.

[0031] Next, as shown in drawing 12, the mask for membrane formation is removed, means, such as vacuum evaporation or a sputter, are used on three kinds of organic electroluminescence media formed in metals of a low work function, such as aluminum-Li, and membranes are formed as the 2nd display electrode 203 of cathode. The



thickness of this metal membrane may be made to put thickly as long as it is convenient. In this 2nd display electrode formation process, the cathode line 15 which connects the adjoining 2nd display electrode 203, and the scan signal line 16 are formed to coincidence, and the counterelectrode 302 of the capacitor further connected to coincidence on the cathode line 15 and the gate electrode G1 of the organic thin film switching element 11 also form membranes so that the lower layer anode line 12 and data signal Rhine 13 may be intersected.

[0032] The sectional view of the organic thin film switching elements 11 and 10 in the produced organic EL device indicating equipment is shown in drawing 13 and 14, respectively. The organic thin film switching elements 11 and 10 and an organic EL device 200 are formed in the abbreviation same flat surface. thus — it is possible to produce an organic thin film switching element and an organic EL device array to coincidence according to this invention — becoming — high — a brilliance full color display is realizable.

[0033] Next, drawing 15 is the block diagram of the indicating equipment using the display panel which showed the organic electroluminescence indicating equipment in the 4th example, and carried the organic thin film switching element and the organic EL device array. drawing — setting — 101 — an A/D-conversion circuit and 102 — an arithmetic circuit and 103 — a frame memory and 104 — in a controller and 105, a power circuit and 108 show current value memory, and, as for a scanning circuit and 106, 109 shows a display panel, as for a write-in circuit and 107.

[0034] The A/D-conversion circuit 101 is changed into digital video-signal data in response to an analog video-signal input. The changed digital video signal is supplied to an arithmetic circuit 102 from the A/D-conversion circuit 101, control of a controller 104 carries out data processing based on the data from the current value memory 108, and it is supplied to a frame memory 103, is written in by control of a controller 104 and is accumulated. About this data processing, it mentions later. A controller 104 controls each circuit to the power circuit 107 besides a frame memory 103 synchronizing with the horizontal and Vertical Synchronizing signal of an input video signal.

[0035] The digital video-signal data stored in the frame memory 103 are read by the controller 104, and are sent to the write-in circuit 106. Moreover, by controlling sequentially the scanning circuit 105 and the write-in circuit 106 which were connected to the line of a display panel, a train 16, i.e., a scan signal line, and data signal Rhine 13 by the controller 104, the luminescence time amount of the organic EL device of the display panel 109 corresponding to the image accumulated in the frame memory is controlled for example, by the subfield method etc., and desired image display is obtained. A power circuit 107 supplies the power source to all the organic EL devices of a display panel 109 through the anode line 12 and the cathode line 15, and is controlled by the controller 104. Moreover, the current value memory 108 memorizes the value corresponding to the drive current of the organic EL device which is each organic EL device of a display panel 109, and is controlled by the controller 104.

[0036] The above-mentioned data processing is explained here. It memorizes, when the value corresponding to the drive current of each organic EL device is directed in the current value memory 108 by the controller 104, as mentioned above. For example, before making the power source of a display into \*\*, luminescence control corresponding to the same brightness data is performed from a controller 104 to all the organic EL devices of a display panel 109.

[0037] This means driving all the organic EL devices of a display panel 109 by the same constant voltage. Each organic EL device shows the luminescence current from which the drive of the same electrical potential difference also differed, respectively, if the luminescence brightness properties over a drive current differ. Usually, degradation of a luminescence brightness property advances rather than other organic EL devices, and the luminescence current of the organic EL device which emits light by high brightness frequently in the case of this constant voltage drive becomes less than other organic EL devices.

[0038] Therefore, degradation of a luminescence brightness property amends the drive current of other organic EL devices on the basis of the luminescence current of the greatest organic EL device, and it becomes possible to obtain the image display which is proportional to an input video signal correctly about the luminescence condition of all the organic EL devices of a display panel 109 by controlling the luminescence time amount of an organic EL device based on the amended luminescence gradation data. It asks for the ratio to a reference value by the operation as correction value of brightness data because the luminescence current of each organic EL device which the current value for amendment is memorized by the current value memory 108 according to control of a controller 104 by approach which was mentioned above, and then the arithmetic circuit 102 read the current value predetermined was remembered to be according to control of a controller 104, for example, was mentioned above \*\* with the reference value of the minimum value.

[0039] The calculated correction value turns into one or more values by making the minimum value of a luminescence current into a reference value. A frame memory 103 is supplied as digital video-signal data amended by \*(ing) the input digital video-signal data to an arithmetic circuit 102 with the correction value over each of this called-for pixel. The current detector for sending a value is connected to the current value memory 108 at an organic EL device 200 and a serial, and the current which flows to an organic EL device 200 is detected. The value used as the digital data by the A/D-conversion circuit is memorized by the current value memory 108. A current detector may be formed between the source of the organic thin film switching element 10, and touch-down.

[0040] Next, the circuitry to which the unit pixel of the display panel 109 used for the organic electroluminescence display of the 4th example of the above and its one light-emitting part correspond is shown in drawing 16 and drawing 17, respectively. The explanation and luminescence control action of a member which indicate it to be the 3rd example of the above with the same sign as stated above in drawing since the display panel of the 4th example is fundamentally the same are omitted. In the display panel of the 4th example, the cathode lines 15a and 15b are

formed so that it may become parallel to the anode line 12 and data signal Rhine 13. Moreover, the cathode lines 15a and 15b are connected in the exterior of a pixel array. Since cathode line 15a intersects the scan signal line 16, it has considered as the configuration which embeds a part for the intersection of the scan signal line 16. Cathode line 15b is prepared between the organic EL device 200 and the anode line 12.

[0041] As shown in drawing 17, capacitor 300b is added and the drain D of the organic thin film switching element 11 connected to the gate G2 of the organic thin film switching element 10 is connected to the cathode lines 15a and 15b through Capacitors 300 and 300b, respectively. By carrying out the laminating of the capacitors 300 and 300b, and constituting them, a capacitive element is made to a compact and the area of the display electrode of an organic EL device 200 can be increased.

[0042] Thus, by constituting, a signal can be sent now at the time of the scan with the separate organic EL device 200 of three light-emitting parts, red R, Green G, and blue B. Furthermore, it becomes easy to amend the difference of the property of three organic EL devices, R, G, and B. It is because forward voltage and bias voltage can be separately supplied to anode line 12 list through the cathode lines 15a and 15b.

[0043] Furthermore, using the ingredient of right conductivity of a high work function to which an electron hole tends to move between an electrode and organic thin films when a migration charge is an electron hole, when a migration charge is an electron, the ingredient of right conductivity of a low work function to which an electron tends to move between an electrode and organic thin films is used for the gate electrode and bipolar electrode for carrier impregnation of the organic thin film switching elements 10 and 11. Furthermore, it is the purpose which prevents the back flow of a charge to the side which faces the electrode for carrier impregnation about a bipolar electrode, and when a migration charge is an electron hole, and a migration charge is an electron about the ingredient of a low work function again, it can also consider as the electrode of the two-layer structure which has arranged the ingredient of a high work function. According to the difference of the work function of the organic thin film and electrode by this structure, even if the gate of an organic thin film switching element and the potential of a drain turn into reverse potential, leakage of the charge from a capacitor can be prevented.

[0044] Next, the production process of the display panel 109 of the 4th example of an organic EL device display is explained. As shown in drawing 18, the gate electrode 7 of the organic thin film switching element 11 connected to one electrode 302b, scan signal line 16, and scan signal line 16 of capacitor 300b connected to the anode line 12 which consists of ITO, respectively, cathode line 15a, and cathode line 15a, data signal Rhine 13, and the transparent electrode (anode plate) 201 of the 1st display electrode are first formed on a glass substrate 1. On electrode 302b, the fields 55a and 66a in which the source electrode and gate electrode of the organic thin film switching element 10 should be formed exist. On each Rhine, the laminating of the metal of low resistivity, such as aluminum, may be carried out further if needed.

[0045] Next, as shown in drawing 19, the insulating layers 3, such as photosensitive polyimide with opening which exposes the transparent electrode 201 of the 1st display electrode on the substrate 1 equipped with each current carrying part of ITO in order to carry out the laminating of the organic material layer containing the organic electroluminescence ingredient layer which emits light, are formed. Here, contact hole 13gate [ for connecting the organic thin film switching element 11 to data signal Rhine 13 ] and for the sources b, contact hole 12b for the sources for connecting with the anode line 12 of the organic thin film switching element 10, and the contact holes 16a and 16b for connection for straddling the anode line 12, cathode line 15a, and data signal Rhine 13 through an insulating layer 3, and making the scan signal line 16 cross are formed in the insulating layer 3.

[0046] Next, as shown in drawing 20, the laminating band forms 66, such as aluminum which consists of a drain electrode 6 of the organic thin film switching element 11 and current-carrying-part 6a for connecting this to capacitor 300b, are formed by photo etching etc. on electrode 302b and the gate electrode 7. To coincidence, band form 5a, such as aluminum which has the edge which serves as the source electrode 5, respectively on field 55a of the organic thin film switching element 10 and 66a, and band form 6a, such as aluminum which has the edge which similarly serves as the source electrode 6, are formed with vacuum deposition etc. on an insulating layer 3. The near opposite other end used as the electrode of the organic thin film switching element 10 in band form 5a, such as aluminum, is connected to the anode line 12 through contact hole 12a, and the near opposite other end used as the electrode of the organic thin film switching element 10 of band form 6a is connected to the transparent electrode 201 of the 1st display electrode, respectively. In the membrane formation process of these electrodes, contact hole 13b for connection and contact holes 16a and 16b are embedded by vacuum evaporation of aluminum etc., and Connections 133b, 166a, and 166b are formed in coincidence, respectively.

[0047] next, it is shown in drawing 21 — as — electronic transportability — and — or the organic substance \*\*\*\*\* organic semiconductor 41 of electron hole transportability is formed as a thin film on the electrode 5 of the organic thin film switching elements 10 and 11, and 6. Organic-semiconductor 41a of the same ingredient as coincidence is formed to a desired part as the 2nd insulator layer. Some organic semiconductors 41 also achieve the function of the dielectric layer of capacitor 300b.

[0048] Next, as shown in drawing 22, the electrodes 301, such as aluminum which becomes the common anode plate side of Capacitors 300 and 300b, are formed. The organic thin film switching element 10 side of an electrode 301 serves as the electrode 7 of the gate G2. Moreover, the edge of the opposite side of an electrode 301 is connected to current-carrying-part 6a. To coincidence, the source electrode 2 which becomes the part which should serve as the organic thin film switching element 11 from aluminum etc. is connected to connection 133b of data signal Rhine 13, and membranes are formed on the film of an organic semiconductor 41.

[0049] Next, as shown in drawing 23, more than one layer or it of the thin film 4 of an organic material required for



organic EL devices, such as an electron hole transportation layer, is formed all over a substrate. In addition, the predetermined mask for EL medium membrane formation is used on the organic material thin film 4 corresponding to the transparent electrode 201 of the 1st display electrode currently buried, and the luminescence organic electroluminescence medium 4 of R, G, and B is formed to predetermined thickness here, respectively. In addition, since flattening on the front face of a substrate is made, other dielectrics can also be formed to the corresponding point in addition to two organic thin film switching elements and an organic electroluminescence medium for capacity adjustment of a capacitor.

[0050] Next, as shown in drawing 24, the mask for membrane formation is removed, means, such as vacuum evaporation or a sputter, are used on three kinds of organic electroluminescence media formed in metals of a low work function, such as aluminum-Li, and membranes are formed as the 2nd display electrode 203 of cathode. The thickness of this metal membrane may be made to put thickly as long as it is convenient. In this 2nd display electrode formation process, as shown in drawing 25, cathode line 15a which connects the adjoining 2nd display electrode 203 is formed to coincidence, and the counterelectrode 302 of the capacitor further connected to coincidence on the cathode line 15 and the gate electrode G1 of the organic thin film switching element 11 also form membranes so that the lower layer anode line 12 and data signal Rhine 13 may be intersected.

[0051] The sectional view of the organic thin film switching elements 11 and 10 in the produced organic EL device indicating equipment is shown in drawing 26, respectively. The organic thin film switching elements 11 and 10 and an organic EL device 200 are formed in the abbreviation same flat surface. The organic thin film switching element of this example and the example of a comparison was produced concretely. First, the organic thin film FET was produced as an example of a comparison. The gate electrode of Au is formed on a glass substrate, it embeds by insulating-layer Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, the source electrode and drain electrode of Au are vapor-deposited on an insulating layer, and the poly hexyl thiophene (P3HT) of 100–200Å thickness is formed on a MEPI coat as an organic thin film. When 5-micrometer channel width was set to 1000 micrometers for channel length, –50V, the drain, and the electrical potential difference between the sources have switched [ gate voltage ] the current of 280microA by –40V. At this time, the conductivity of the poly hexyl thiophene was [ 0.05–0.1cm<sup>2</sup>/Vs and the On/Off ratio of a current of 10 to 8 or less S/cm and mobility ] 106 or more.

[0052] Although it could say efficiently that it was enough on the organic EL device full color display since required brightness could be taken when the dimension of subpixel was 0.1mmx0.3mm, and the current more than 10microA could be passed, and organic [ of the example of a comparison /FET ] was over 106 by the On/Off ratio, and the current more than 20microA was controlled when channel length was 5 micrometers and channel width was 100 micrometers, driver voltage of the difficulty was high.

[0053] Next, since it became the structure of injecting a direct carrier into a channel, without using an inorganic insulator layer for the bottom of a gate electrode in the concrete organic thin film switching element of this example, gate voltage has been set up low. Moreover, since channel length took in the direction of thickness of an organic thin film, when it was set to 0.1 micrometers or less, channel width was set to 28 micrometers and carrier mobility of the organic thin film at the time of carrier impregnation was made into 0.1cm<sup>2</sup>/Vs, the electrical potential difference between the source which needs gate voltage 7V to pass the current of 10microA, and a drain turned into 0.36V and a very low electrical potential difference. In addition, the capacity of the capacitor of the for about 54% and for data signal maintenance in the numerical aperture of EL light-emitting part was set to 0.58pF, and the parts of 5 micrometers or more and a vacuum evaporation process have constituted [ the part of a photograph process ] the Rhine width from 10 micrometers or more.

[0054]

[Effect of the Invention] Like the above, according to this invention, there are few processes and the organic thin film switching element which makes manufacture possible for a low-temperature process can be obtained from the conventional organic EL device indicating-equipment manufacture approach. An organic EL device and this organic thin film switching element are combined, and a display panel can be created only in an organic thin film membrane formation process by forming the capacity further for memory with an organic thin film. Since a switching element can be created with an organic thin film, without using a silicon substrate, creation of the large-sized full color display of the organic EL device indicating equipment of a active-matrix drive method is attained in the simple manufacture process of an organic EL panel.

[0055] Since an organic EL device is controllable by the switching element according to an individual, the high-speed switching by direct current of several V and a low-battery drive are attained, and efficient, high brightness, and a long lasting full color display are made. Since it is a digital drive method, it becomes the full color display which can be easily equivalent to the digital source to be expanded from now on. Since the organic EL device has a photo-electric-conversion function, together with a digital drive method, it may be able to develop on an intelligent full color display.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] The partial expanded sectional view of an organic EL device display.
- [Drawing 2] Drawing showing the equal circuit of an organic EL device.
- [Drawing 3] The outline sectional view of the organic thin film switching element of the example by this invention.
- [Drawing 4] The outline sectional view of the organic thin film switching element of other examples by this invention.
- [Drawing 5] The top view showing some display panels in the organic EL device display of the active-matrix drive method of the example by this invention.
- [Drawing 6] The circuit diagram showing the organic thin film switching element and organic EL device which were formed on the display panel of the organic EL device indicating equipment of the example by this invention.
- [Drawing 7] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example by this invention.
- [Drawing 8] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example by this invention.
- [Drawing 9] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example by this invention.
- [Drawing 10] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example by this invention.
- [Drawing 11] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example by this invention.
- [Drawing 12] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example by this invention.
- [Drawing 13] The sectional view of the line AA of drawing 5.
- [Drawing 14] The sectional view of the line BB of drawing 5.
- [Drawing 15] The block diagram showing the organic EL device indicating equipment of the example by this invention.
- [Drawing 16] The top view showing some display panels in the organic EL device display of the active-matrix drive method of other examples by this invention.
- [Drawing 17] The circuit diagram showing the organic thin film switching element and organic EL device which were formed on the display panel of the organic EL device indicating equipment of other examples by this invention.
- [Drawing 18] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 19] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 20] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 21] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 22] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 23] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 24] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 25] The outline partial expansion top view of the substrate in the production process of the display panel of the organic EL device display of the example shown in drawing 16.
- [Drawing 26] The sectional view of the line CC of drawing 25.

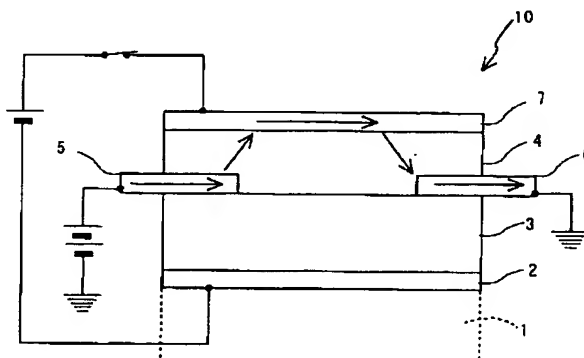
## [Description of Notations]

- 1 Substrate
- 2 Seven Gate electrode
- 3 Insulating Layer
- 4 Organic Thin Film

5 Six Metal electrode  
10 11 Organic thin film switching element  
12 Anode Line  
13 Data Signal Rhine  
15 Cathode Line  
16 Scan Signal Line  
101 A/D-Conversion Circuit  
102 Arithmetic Circuit  
103 Frame Memory  
104 Controller  
105 Scanning Circuit  
106 Write-in Circuit  
107 Power Circuit  
108 Current Value Memory  
109 Display Panel  
200 Organic EL Device  
300,300b Capacitor

---

[Translation done.]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに積層された絶縁膜と有機物からなる有機薄膜とからなる積層体を挟む一対の対向するゲート電極と、前記有機薄膜と前記絶縁膜との間に配置された中間電極と、からなることを特徴とする有機薄膜スイッチング素子。

【請求項2】 前記有機物は絶縁性有機化合物であることを特徴とする請求項1記載の有機薄膜スイッチング素子。

【請求項3】 前記有機物は少なくとも電子輸送性及び正孔輸送性の一方の材料であることを特徴とする請求項2記載の有機薄膜スイッチング素子。

【請求項4】 前記中間電極は前記ゲート電極間の前記有機薄膜及び前記絶縁膜間の界面に配置された互いに離間する一対の対向電極からなることを特徴とする請求項1～3のいずれか1記載の有機薄膜スイッチング素子。

【請求項5】 複数の発光部からなる表示配列を有している有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置であって、

前記発光部に対応する複数の第1表示電極が表面上に形成された基板と、

前記第1表示電極の各々上に形成され、少なくとも1層の電子及び又は正孔の注入によって発光する有機エレクトロルミネッセンス材料層を含む有機材料層と、

前記有機材料層上に共通に形成された第2表示電極と、前記基板上に形成されかつ前記第1及び2表示電極の少なくとも一方に接続されかつ、互いに積層された絶縁膜及び有機物からなる有機薄膜を挟む一対の対向するゲート電極、並びに、前記ゲート電極間の前記有機薄膜及び前記絶縁膜間の界面に配置された中間電極からなる有機薄膜スイッチング素子と、からなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項6】 前記有機薄膜スイッチング素子の前記有機物からなる有機薄膜は前記有機材料層の一部からなることを特徴とする請求項5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項7】 前記発光部はマトリクス状に配置されたことを特徴とする請求項5又は6記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項8】 前記基板上に形成されかつ前記第1及び2表示電極並びに前記有機薄膜スイッチング素子の少なくとも一方に接続されたコンデンサを有することを特徴とする請求項5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項9】 前記基板及び前記第1表示電極が透明であることを特徴とする請求項5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項10】 前記有機薄膜スイッチング素子の前記中間電極は前記ゲート電極間の前記有機薄膜及び前記絶縁膜間の界面に配置された互いに離間する一対の対向電

極からなることを特徴とする請求項5～9のいずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項11】 前記有機薄膜スイッチング素子の前記中間電極及びキャリア注入用の前記ゲート電極は、キャリアが正孔の場合は高仕事関数を有する材料からなり、キャリアが電子の場合は低仕事関数を有する材料からなることを特徴とする請求項5～10のいずれか1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

【請求項12】 前記有機薄膜スイッチング素子の前記中間電極は、前記有機薄膜と略等しい仕事関数を有する材料からなる第1層とこれより高い仕事関数を有する材料からなる第2層とからなる積層体、或いはこれより低い仕事関数を有する材料からなる第2層とからなる積層体からなることを特徴とする請求項11記載の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機物からなる有機薄膜を利用したスイッチング素子に関し、また、電子及び正孔の注入によって発光する有機化合物材料のエレクトロルミネッセンス（以下、ELともいう）を利用したかかる有機EL材料の薄膜からなる発光層を備えた有機EL素子、並びに、該スイッチング素子、の複数をマトリクス状に配置した有機EL素子表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】低消費電力及び高表示品質並びに薄型化が可能なディスプレイとして、有機EL素子の複数をマトリクス状に配列して構成される有機EL素子ディスプレイが注目されている。図1に示すように、各々の有機EL素子200は、例えばインジウム錫酸化物いわゆるITOからなる透明電201が形成されたガラス板などの透明基板1上に、電子輸送層、発光層、正孔輸送層などからなる少なくとも1層の有機材料層202、及び金属電極203が積層されたものである。透明電201の陽極にプラス、金属電極203の陰極にマイナスの電圧を加え、すなわち、透明電極及び金属電極間に直流を印加することにより、有機材料層202の中の発光層が発光する。

【0003】有機EL素子において、金属陰極から注入された電子と透明陽極から発光層へ注入された正孔との再結合によって励起子が生じ、この励起子が放射失活する過程で光を放つ。よって、有機EL素子200は、電氣的には、図2のような等価回路にて表すことができる。図から分かるように、素子は、容量成分Cと、該容量成分に並列に結合する非対称導電性の発光ダイオード成分Eとによる構成に置き換えることができる。よって、有機EL素子は、容量性の発光素子であると考えられる。有機EL素子は、直流の発光駆動電圧が電極間に印加されると、電荷が容量成分Cに蓄積され、続いて当該素子固有の障壁電圧または発光閾値電圧を越えると、

透明電極(ダイオード成分Eの陽極側)から発光層を担う有機材料層に電流が流れ初め、この電流に比例した強度で発光する。かかる素子の電圧V-電流I-輝度Lの特性は、ダイオードの特性に類似しており、発光閾値 $V_{th}$ 以下の電圧では電流Iはきわめて小さく、発光閾値 $V_{th}$ 以上の電圧になると電流Iは急激に増加する特性である。また、電流Iと輝度Lはほぼ比例する。このような有機EL素子は、発光閾値 $V_{th}$ を超える駆動電圧を素子に印加すれば当該駆動電圧に応じた電流に比例した発光輝度を呈し、印加される駆動電圧が発光閾値 $V_{th}$ 以下であれば駆動電流が流れず発光輝度もゼロのままである。

【0004】有機EL素子表示装置は、交差している行と列において配置されたいわゆるマトリクス状に配置された複数の発光画素すなわち有機EL素子からなる画像表示配列を有している発光装置である。この有機EL素子表示装置の駆動方法の一例には、単純マトリクス駆動方式と呼ばれるものがある。単純マトリクス駆動方式の表示装置は、複数の陽極線と陰極線とをマトリクス(格子)状に配置し、このマトリクス状に配置した陽極線と陰極線の各交点位置毎に有機EL素子を接続し、この陽極線と陰極線のいずれか一方を一定の時間間隔で順次選択して走査すると共に、この走査に同期して他方の線を駆動源で駆動することにより、任意の交点位置の有機EL素子を発光させるようにしたものである。この方式ではアクセス時間だけ各有機EL素子が点灯するので、大型画面にするには、大電流及び高電圧が必要となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】表示装置の大型画面化には、単純マトリクス駆動方式有機EL素子表示装置の他に、アクティブマトリクス駆動方式のものが考えられる。これは、上記の陽極線及び陰極線を走査信号ライン及びデータ信号ラインに置き換え各交点位置毎にスイッチング素子に薄膜トランジスタ(TFT:Thin Film Transistor)を用いてスイッチングによって画素毎に電流を供給して有機EL素子を発光させるようにしたものである。TFTにはp-Si、a-Siからなる素子が採用され得、また代わりにMOS-FET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)を用い構成することもできる。

【0006】例えば、スイッチング素子のMOS-FETでは、半導体例えばSi基板上に2つの反転伝導領域を形成し、該反転伝導領域間の基板表面上に酸化物 $SiO_2$ 薄膜、金属ゲート電極を順に設け、金属ゲートから印加される電界により、基板表面の伝導性を制御するものである。したがって、ディスプレイ基板にSiウエハ、ポリシリコン基板になど半導体基板が必要であり、その上に無機材料の成膜が必要であるので、高温プロセスがその製造に用いられる。

【0007】表示装置のディスプレイとしては大型のものに対する需要が多いが、高温プロセスを製造に必要と

する無機材料スイッチング素子をアクティブマトリクス駆動方式の有機EL素子表示装置の大型ディスプレイに用いると、表示装置の高価格化は避けられない。そこで、本発明の目的は、比較的低温で作成できる有機薄膜スイッチング素子を提供すること、並びに有機薄膜スイッチング素子を共通の基板上に形成した有機EL素子表示装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の有機薄膜スイッチング素子は、互いに積層された絶縁膜と有機物からなる有機薄膜とからなる積層体を挟む一対の対向するゲート電極と、前記有機薄膜と前記絶縁膜との間に配置された中間電極と、からなることを特徴とする。本発明の有機薄膜スイッチング素子においては、前記有機物は絶縁性有機化合物であることを特徴とする。

【0009】本発明の有機薄膜スイッチング素子においては、前記有機物は少なくとも電子輸送性及び正孔輸送性の一方の材料であることを特徴とする。本発明の有機薄膜スイッチング素子においては、前記中間電極は前記ゲート電極間の前記有機薄膜及び前記絶縁膜間の界面に配置された互いに離間する一対の対向電極からなることを特徴とする。

【0010】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置は、複数の発光部からなる表示配列を有している有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置であって、前記発光部に対応する複数の第1表示電極が表面上に形成された基板と、前記第1表示電極の各々上に形成され、少くとも1層の電子及び又は正孔の注入によって発光する有機エレクトロルミネッセンス材料層を含む有機材料層と、前記有機材料層上に共通に形成された第2表示電極と、前記基板上に形成されかつ前記第1及び2表示電極の少なくとも一方に接続されかつ、互いに積層された絶縁膜及び有機物からなる有機薄膜を挟む一対の対向するゲート電極、並びに、前記ゲート電極間の前記有機薄膜及び前記絶縁膜間の界面に配置された中間電極からなる有機薄膜スイッチング素子と、からなることを特徴とする。

【0011】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記有機薄膜スイッチング素子の前記有機物からなる有機薄膜は前記有機材料層の一部からなることを特徴とする。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記発光部はマトリクス状に配置されたことを特徴とする。

【0012】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記基板上に形成されかつ前記第1及び2表示電極並びに前記有機薄膜スイッチング素子の少なくとも一方に接続されたコンデンサを有することを特徴とする。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記基板及び前記第1表示電極が透明であることを特徴とする。



【0013】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記有機薄膜スイッチング素子の前記中間電極は前記ゲート電極間の前記有機薄膜及び前記絶縁膜間の界面に配置された互いに離間する一対の対向電極からなることを特徴とする。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記有機薄膜スイッチング素子の前記中間電極及びキャリア注入用の前記ゲート電極は、キャリアが正孔の場合は高仕事関数を有する材料からなり、キャリアが電子の場合は低仕事関数を有する材料からなることを特徴とする。

【0014】本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子表示装置においては、前記有機薄膜スイッチング素子の前記中間電極は、前記有機薄膜と略等しい仕事関数を有する材料からなる第1層とこれより高い仕事関数を有する材料からなる第2層とからなる積層体、或いはこれより低い仕事関数を有する材料からなる第2層とからなる積層体からなることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】発明者は、有機EL素子の導電機構を詳細に検討する過程において、対向する陰極及び陽極から有機薄膜すなわち有機材料層に20KHzのパルス電圧を加えると、電圧に応じて電荷を有機薄膜の一定の深さまで注入できることを知見し、本発明に到った。有機薄膜の厚さ方向に電圧を加えると有機薄膜に電荷が存在できるので、有機薄膜内に別のソースやドレインなどの中間電極を配置し、その電極に電流を流すことが可能になる。すなわち、有機EL素子に用いられ得る材料の導電機構を用いて、有機薄膜の厚さ方向に電圧を印加し、膜厚又は面方向の電流をスイッチングできることになる。

【0016】以下に、本発明による実施例を図面を参照しつつ説明する。図3に示すように、第1の実施例の有機薄膜スイッチング素子10は、ガラスなどの基板1上に形成された電界印加用のゲート電極2上にポリイミドなどの有機化合物からなる絶縁層3を形成して、その上に形成されている。有機薄膜スイッチング素子10は、ゲート電極2が埋め込まれた絶縁層3の上に形成された有機化合物からなる有機薄膜4と、有機薄膜4中に離間して配置されるように形成された中間電極すなわち一対の対向する金属電極5及び6と、金属電極5及び6並びにそれらの間隙上の有機薄膜4に接触するように形成されたゲート電極7と、からなる。ゲート電極7は対向するゲート電極2と協働して金属電極5及び6並びにそれらの間隙の有機薄膜4に電界を印加する。ゲート電極7は、金属電極5及び6間を結ぶ直線に対して交差する電気力線の電界を印加するように配置されている。有機薄膜4は、電子輸送性及び又は正孔輸送性の絶縁性有機化合物である。有機薄膜4は、例えば、ポリチオフェンなどがある。

【0017】本発明では、有機薄膜に直接設けたゲート

電極7に正又は負の電圧を印加したとき、有機薄膜に直接電荷が注入できることに着目して、素子のチャネルとなる正孔輸送性又は電子輸送性の有機薄膜を挟むようにゲート電極に設けてあり、ゲート電極7直下の有機薄膜のチャネルに正孔又は電子を注入する。有機薄膜スイッチング素子10においては、正孔輸送性の有機薄膜4に、正の電圧を印加し、電界を生ぜしめると、正孔が有機薄膜4に注入され、金属電極5及び6の間にて正孔輸送性の有機薄膜がチャネルとなる。または、電子輸送性の有機薄膜4に、負の電圧を印加し、電界を生ぜしめると、電子が有機薄膜4に注入され、金属電極5及び6の間の電子輸送性の有機薄膜がチャネルとなる。この状態で金属電極5及び6すなわちソース電極とドレイン電極に電位差を与えて、有機薄膜に注入された正孔又は電子をキャリアとし電流を流すことにより、ゲート電圧をOn/Offすることでソース電極5からドレイン電極6への電流をスイッチングできる。

【0018】図3に示すように、有機薄膜スイッチング素子において、有機薄膜チャネルに直接接合したゲート電極7にON電圧をかけて有機薄膜チャネルに電荷を注入すると、注入された電荷により対向金属電極5及び6間に電流が流れる。また、ゲート電極7の電圧をOFFすると注入電荷がなくなり電流が流れなくなる。アクティブマトリクス駆動における有機EL素子の制御は、ゲート電圧による電流の細かい制御は必要ないので、電流のON/OFFができる有機薄膜スイッチング素子が2個あれば実現できる。

【0019】この有機薄膜スイッチング素子では、有機薄膜の上下に酸化珪素などの無機電気絶縁性の薄膜を設けておらず、有機薄膜にゲート電極を直接つける構造になっている。本発明により、スイッチング素子のゲート電圧は、絶縁膜を介さずに直接印加できるので、ゲート電圧を大幅に低下できる、また素子が容量性でなくなるためにスイッチングの応答が速くなる。さらに、本発明のスイッチング素子は、一般に高温プロセスを必要とする無機質絶縁材料を用いないために、比較的低温で素子を作成でき、有機EL素子の電流制御などの有機機能素子の制御に最適である。

【0020】さらに、図4に示すように、有機薄膜スイッチング素子において、図3に示す対向金属電極の一方の電極5を省略することもできる。すなわち、本発明の第2の実施例では少なくとも1つの中間電極があればよい。この有機薄膜スイッチング素子11は、電界を印加するゲート電極の一方7から電荷を有機薄膜4へ注入し、さらにドレイン電極6へ流す構成である。

【0021】図5に、アクティブマトリクス駆動方式による第3の実施例の有機EL素子表示装置における表示パネルの一部を示す。この表示パネル109は、マトリクス状に配置されかつ各々が赤色R、緑色G及び青色Bの3つの発光部（有機EL素子）からなる発光画素11

1の複数からなる画像表示配列を有している。画素1つの発光部当たり、2個の有機薄膜スイッチング素子10、11及びコンデンサ300からなる有機薄膜スイッチング回路と、有機EL素子200とから構成される。このような発光部組合せユニットが各画素ごとに全画素数の数だけ集積され、マトリクス状に配置された複数の発光画素からなる画像表示配列の有機EL素子表示装置の基板が形成されている。

【0022】この有機EL素子表示装置のガラス基板上には、有機EL素子200及びコンデンサ300を挟んで平行に伸長するアノードライン12及びデータ信号ライン13が設けられ、さらにこれらラインから電気的に離間して直交する位置に配列され伸長するカソードライン15及び走査信号ライン16が設けられている。データ信号ライン13へのRGB信号に応じて走査信号ライン16を順次走査して、交点画素の有機EL素子200を選択発光させる。

【0023】図6は第3の実施例に表示パネルの単位画素に対応する1つの発光部の回路構成を示す。有機薄膜スイッチング素子11のゲートG1は、走査回路からの行を走査する走査信号が供給される走査信号ライン16に接続され、一方、有機薄膜スイッチング素子11のソースSは、フレームメモリのデータに対応した書き込み回路からの信号が供給されるデータ信号ライン13にゲートG2とともに接続されている。

【0024】有機薄膜スイッチング素子11のドレインDは有機薄膜スイッチング素子10のゲートG2及びコンデンサ300に接続され、コンデンサ300を通じてカソードライン15に接続されている。有機薄膜スイッチング素子10のソースSはアノードライン12に接続され、有機薄膜スイッチング素子11のドレインDは有機EL素子200のITO陽極すなわち第1表示電極に接続され、一方、有機EL素子200の金属陰極を通じてカソードライン15に接続されている。有機薄膜スイッチング素子10のゲートG1もカソードライン15に接続されている。アノードライン12及びカソードライン15は電源回路に接続されそれぞれ制御される。

【0025】このような回路が行及び列に複数配列された表示パネル109の単位画素の発光制御動作は、つぎの通りである。有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極間にオン電位差が供給されると、有機薄膜スイッチング素子11はソースSに供給されるデータの電圧に対応した電流をソースSからドレインDへ流す。有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極間がオフ電位差であると有機薄膜スイッチング素子11はいわゆるカットオフとなり、有機薄膜スイッチング素子11のドレインDは開状態となる。従って、有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極間がオン電位差の期間に、ソースSの電圧に基づいた電流でコンデンサ300が充電され、その電圧が有機薄膜スイッチング素子10のゲートG2に供

給される。有機薄膜スイッチング素子10はそのゲート電圧に基づき閉状態となり、電流がアノードライン12を通じてソースSからドレインD、有機EL素子200のITO陽極へ流れ、有機EL素子200を発光せしめる。

【0026】有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極間がオフ電位差になると、有機薄膜スイッチング素子11は開状態となり、有機薄膜スイッチング素子10はコンデンサ300に蓄積された電荷によりゲートG2の電圧が保持され、次の走査まで電流を維持し、有機EL素子200の発光も維持される。次に、有機EL素子表示装置の表示パネル109の製造工程を説明する。

【0027】図7に示すように、まず、それぞれITOからなるアノードライン12、データ信号ライン13、コンデンサの一方の電極301及び第1表示電極の透明電極(陽極)201をガラス基板1上に形成する。データ信号ライン13の電極301に対向する部分に有機薄膜スイッチング素子11のソースS及びゲートG2となる領域7aが存在し、コンデンサ用電極301のアノードライン12に対向する部分に有機薄膜スイッチング素子10のゲートG2となる領域2aが存在する。ITOからなるラインを示しているが、ラインの上にA1などの低い抵抗率の金属を更に積層してもよい。

【0028】図8に示すように、ITOの各導電部を備えている基板1の上に、発光する有機エレクトロルミネッセンス材料層を含む有機材料層を積層させるために第1表示電極の透明電極201を露出させる開口を有した感光性ポリイミド等の絶縁層3を成膜する。ここで、有機薄膜スイッチング素子11のコンデンサに接続するためのドレイン用のコンタクトホール11a及び有機薄膜スイッチング素子10のアノードライン12に接続するためのソース用のコンタクトホール12aを形成しておく。

【0029】次に、図9に示すように、有機薄膜スイッチング素子11のドレイン電極6及びこれをコンデンサにコンタクトホール11aを介して接続する導電部6aのA1の帯状体と、有機薄膜スイッチング素子10のゲートG2となる領域2a上にソース電極5となる端部を有するA1の帯状体5aと、同じ領域2a上にソース電極6となる端部を有するA1の帯状体6aと、を絶縁層3上に真空蒸着などで成膜する。A1の帯状体5a及び6aは、有機薄膜スイッチング素子10電極となる側の反対の他端部はアノードライン12及び第1表示電極の透明電極201にそれぞれ接続されるように、成膜する。

【0030】次に、図10に示すように、正孔輸送層4aを基板全面に成膜する。次に、図11に示すように、正孔輸送層4a上の第1表示電極の透明電極201に対応する上に、所定のEL媒体成膜用マスクを用い、R、G及びBの発光有機EL媒体4を所定膜厚に成膜する。

マスク開口が1つの第1表示電極201上からその隣接する第1表示電極上へ配置されるようにマスクを順次移動せしめ、成膜する。なお、基板表面の平坦化をなすためや、コンデンサの容量調整のために、2つの有機薄膜スイッチング素子、有機EL媒体以外に、他の誘電体をその対応部分に成膜することもできる。

【0031】次に、図12に示すように、成膜用マスクを取り除き、A1-Li等の低仕事関数の金属を、成膜された3種類の有機EL媒体の上に蒸着、あるいはスパッタ等の手段を用いて陰極の第2表示電極203として成膜する。この金属膜の膜厚は支障のない限り厚く被着させても構わない。この第2表示電極形成工程では、下層のアノードライン12及びデータ信号ライン13に交差するように、隣接する第2表示電極203を接続するカソードライン15や、走査信号ライン16を同時に成膜し、更に同時にカソードライン15に接続するコンデンサの対向電極302や、有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極G1も成膜する。

【0032】作製された有機EL素子表示装置における有機薄膜スイッチング素子11及び10の断面図をそれぞれ図13及び14に示す。有機薄膜スイッチング素子11、10及び有機EL素子200が略同一平面に形成されている。このように、本発明によれば有機薄膜スイッチング素子と有機EL素子アレイを同時に作製することが可能となり、高精彩なフルカラーディスプレイが実現できる。

【0033】次に、図15は、第4の実施例における有機EL表示装置を示し、有機薄膜スイッチング素子及び有機EL素子アレイを搭載した表示パネルを用いた表示装置のブロック図である。図において、101はA/D変換回路、102は演算回路、103はフレームメモリ、104はコントローラ、105は走査回路、106は書き込み回路、107は電源回路、108は電流値メモリ、109は表示パネルを示す。

【0034】A/D変換回路101は、アナログ映像信号入力を受けてデジタル映像信号データに変換する。変換されたデジタル映像信号はA/D変換回路101から演算回路102へ供給され、電流値メモリ108からのデータを基にコントローラ104の制御により演算処理をされてフレームメモリ103へ供給され、コントローラ104の制御により書き込み蓄積される。この演算処理については後述する。コントローラ104は、入力映像信号の水平及び垂直同期信号に同期してフレームメモリ103ほか電源回路107までの各回路を制御する。

【0035】フレームメモリ103に蓄積されたデジタル映像信号データは、コントローラ104によって読み出され、書き込み回路106に送られる。また、表示パネルの行及び列すなわち走査信号ライン16及びデータ信号ライン13に接続された走査回路105及び書き込み回路106をコントローラ104で順次制御すること

により、フレームメモリに蓄積されていた画像に対応した表示パネル109の有機EL素子の発光時間を例えばサブフィールド法等により制御して所望の画像表示が得られる。電源回路107は、表示パネル109の全有機EL素子への電源をアノードライン12及びカソードライン15を介し供給し、コントローラ104によって制御される。また、電流値メモリ108は、表示パネル109の各有機EL素子である有機EL素子の駆動電流に対応した値を記憶しておき、コントローラ104によって制御される。

【0036】ここで上記演算処理について説明する。上述したように電流値メモリ108には各有機EL素子の駆動電流に対応した値がコントローラ104により指示されたときに記憶される。例えば、表示装置の電源を断とする前に表示パネル109の全有機EL素子に対しコントローラ104から同一輝度データに対応する発光制御を行う。

【0037】これは、表示パネル109の全有機EL素子を同一の定電圧で駆動することを意味する。各有機EL素子はそれぞれ駆動電流に対する発光輝度特性が異なれば同一電圧の駆動でも異なった発光電流を示す。通常頻繁に高輝度で発光される有機EL素子は発光輝度特性の劣化が他の有機EL素子よりも進行し、この定電圧駆動の場合の発光電流が他の有機EL素子よりも少なくなる。

【0038】従って、発光輝度特性の劣化が最大の有機EL素子の発光電流を基準に他の有機EL素子の駆動電流を補正し、補正された発光階調データに基づいて有機EL素子の発光時間を制御することにより表示パネル109の全有機EL素子の発光状態を入力映像信号に正確に比例した画像表示を得ることが可能となる。上述したような方法でコントローラ104の制御に従って電流値メモリ108には補正用の電流値が記憶されており、次に演算回路102はコントローラ104の制御に従って所定の記憶された電流値を読み込み、例えば前述した各有機EL素子の発光電流が最小の値の基準値によって除することで基準値に対するレシオを輝度データの補正值として演算により求める。

【0039】求められた補正值は、発光電流の最小値を基準値とすることにより1以上の値となる。この求められた各画素に対する補正值で演算回路102への入力デジタル映像信号データを除することによって補正されたデジタル映像信号データとしてフレームメモリ103へ供給する。電流値メモリ108へ値を送るための電流検出器は、有機EL素子200と直列に接続され、有機EL素子200に流れる電流を検出する。A/D変換回路によりデジタルデータとされた値は電流値メモリ108に記憶される。電流検出器は、有機薄膜スイッチング素子10のソースと接地の間に設けても良い。

【0040】次に、上記第4の実施例の有機EL表示装

置に用いられる表示パネル109の単位画素及びその1つの発光部の対応する回路構成をそれぞれ図16及び図17に示す。第4の実施例の表示パネルは、上記第3の実施例と基本的に同様であるので、図において既述の同一符号にて示す部材の説明及び発光制御動作は省略する。第4の実施例の表示パネルにおいて、カソードライン15a及び15bは、アノードライン12及びデータ信号ライン13と平行になるように設けられている。またカソードライン15a及び15bは、画素アレイの外部で接続されている。カソードライン15aは走査信号ライン16と交差するので、走査信号ライン16の交差部分を埋め込む構成としてある。カソードライン15bは、有機EL素子200とアノードライン12との間に設けられている。

【0041】図17に示すように、コンデンサ300bが追加されており、有機薄膜スイッチング素子10のゲートG2に接続されている有機薄膜スイッチング素子11のドレインDが、コンデンサ300及び300bを通じてカソードライン15a及び15bにそれぞれ接続されている。コンデンサ300及び300bを積層して構成することにより、容量素子をコンパクトにでき、有機EL素子200の表示電極の面積を増やすことができる。

【0042】このように構成することにより、赤色R、緑色G及び青色Bの3つの発光部の有機EL素子200が別々の走査時に信号が送れるようになる。さらに、R、G及びBの3つの有機EL素子の特性の差を補正しやすくなる。アノードライン12並びにカソードライン15a及び15bを介して、別々に順方向電圧及びバイアス電圧を供給できるからである。

【0043】さらに、有機薄膜スイッチング素子10及び11のキャリア注入用のゲート電極及び中間電極には、移動電荷が正孔の場合は電極と有機薄膜の間を正孔が移動しやすい高仕事関数の良電導性の材料を用い、移動電荷が電子の場合は電極と有機薄膜の間を電子が移動しやすい低仕事関数の良電導性の材料を用いる。さらに、中間電極についてはキャリア注入用の電極と相対する側に電荷の逆流を阻止する目的で、移動電荷が正孔の場合は低仕事関数の材料を、また、移動電荷が電子の場合は高仕事関数の材料を配置した2層構造の電極とすることもできる。この構造による有機薄膜と電極との仕事関数の差により、有機薄膜スイッチング素子のゲート及びドレインの電位が逆電位になったとしても、コンデンサからの電荷の漏洩が防止できる。

【0044】次に、有機EL素子表示装置の第4の実施例の表示パネル109の製造工程を説明する。図18に示すように、まず、それぞれITOからなるアノードライン12と、カソードライン15aと、カソードライン15aに接続されるコンデンサ300bの一方の電極302bと、走査信号ライン16と、走査信号ライン16

に接続される有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極7と、データ信号ライン13と、第1表示電極の透明電極(陽極)201とを、ガラス基板1上に形成する。電極302b上には有機薄膜スイッチング素子10のソース電極及びゲート電極が形成されるべき領域55a及び66aが存在する。各ライン上には必要に応じてA1などの低い抵抗率の金属を更に積層してもよい。

【0045】次に、図19に示すように、ITOの各導電部を備えている基板1の上に、発光する有機エレクトロルミネッセンス材料層を含む有機材料層を積層させるために第1表示電極の透明電極201を露出させる開口を有した感光性ポリイミド等の絶縁層3を成膜する。ここで、有機薄膜スイッチング素子11をデータ信号ライン13へ接続するためのゲート及びソース用のコンタクトホール13bと、有機薄膜スイッチング素子10のアノードライン12に接続するためのソース用のコンタクトホール12bと、走査信号ライン16をアノードライン12、カソードライン15a及びデータ信号ライン13を絶縁層3を介して跨いで交差させるための接続用コンタクトホール16a及び16bとを絶縁層3に形成しておく。

【0046】次に、図20に示すように、有機薄膜スイッチング素子11のドレイン電極6と、これをコンデンサ300bに接続するための導電部6aとからなるA1などの積層帯状体66を、電極302b及びゲート電極7上にフォトリソグラフィなどにより成膜する。同時に、有機薄膜スイッチング素子10のための領域55a及び66a上に、それぞれソース電極5となる端部を有するA1などの帯状体5aと、同じくソース電極6となる端部を有するA1などの帯状体6aと、を絶縁層3上に真空蒸着などで成膜する。A1などの帯状体5aにおける有機薄膜スイッチング素子10の電極となる側の反対の他端部はコンタクトホール12aを介してアノードライン12に接続され、帯状体6aの有機薄膜スイッチング素子10の電極となる側の反対の他端部は第1表示電極の透明電極201にそれぞれ接続される。これら電極の成膜工程において、接続用のコンタクトホール13bと、コンタクトホール16a及び16bとをA1などの蒸着により埋め込み、それぞれ接続部133b、166a及び166bを同時に形成しておく。

【0047】次に、図21に示すように、電子輸送性及び又は正孔輸送性の有機物いわゆる有機半導体41を、有機薄膜スイッチング素子10及び11の電極5及び6上に薄膜として、成膜する。同時に、同じ材料の有機半導体41aを第2の絶縁膜として、所望の部位に成膜する。有機半導体41の一部はコンデンサ300bの誘電体層の機能をも果たす。

【0048】次に、図22に示すように、コンデンサ300及び300bの共通の陽極側となるA1などの電極301を成膜する。電極301の有機薄膜スイッチング

素子10側はそのゲートG2の電極7となる。また、電極301の反対側の端部は導電部6aに接続される。同時に、有機薄膜スイッチング素子11となるべき部分にはA1などからなるソース電極2を、データ信号ライン13の接続部133bに接続させて有機半導体41の膜の上に成膜する。

【0049】次に、図23に示すように、正孔輸送層など有機EL素子に必要な有機材料の薄膜4の1層又はそれ以上を基板全面に成膜する。なお、ここで、埋められている第1表示電極の透明電極201に対応する有機材料薄膜4上に、所定のEL媒体成膜用マスクを用い、R、G及びBの発光有機EL媒体4をそれぞれ所定膜厚に成膜する。なお、基板表面の平坦化をなすためや、コンデンサの容量調整のために、2つの有機薄膜スイッチング素子、有機EL媒体以外に、他の誘電体をその対応部分に成膜することもできる。

【0050】次に、図24に示すように、成膜用マスクを取り除き、A1〜Li等の低仕事関数の金属を、成膜された3種類の有機EL媒体の上に蒸着、あるいはスパッタ等の手段を用いて陰極の第2表示電極203として成膜する。この金属膜の膜厚は支障のない限り厚く被着させても構わない。この第2表示電極形成工程では、図25に示すように、下層のアノードライン12及びデータ信号ライン13に交差するように、隣接する第2表示電極203を接続するカソードライン15aを同時に成膜し、更に同時にカソードライン15に接続するコンデンサの対向電極302や、有機薄膜スイッチング素子11のゲート電極G1も成膜する。

【0051】作製された有機EL素子表示装置における有機薄膜スイッチング素子11及び10の断面図をそれぞれ図26に示す。有機薄膜スイッチング素子11、10及び有機EL素子200が略同一平面に形成されている。具体的に本実施例及び比較例の有機薄膜スイッチング素子を作製した。まず、比較例として、有機薄膜FETを作製した。ガラス基板上にAuのゲート電極を形成し絶縁層Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>で埋め込み、絶縁層の上にAuのソース電極とドレイン電極を蒸着し、有機薄膜として100〜200Å膜厚のポリヘキシルチオフェン(P3HT)をメピンコートで成膜する。チャンネル長を5μmチャンネル巾を1000μmとした時にゲート電圧が−50V、ドレインとソース間電圧が−40Vで280μAの電流をスイッチングできた。この時、ポリヘキシルチオフェンの導電率は10<sup>−8</sup>S/cm以下、移動度は0.05〜0.1cm<sup>2</sup>/Vs、電流のOn/Off比は10<sup>6</sup>以上であった。

【0052】有機EL素子フルカラーディスプレイではサブピクセルの寸法が0.1mm×0.3mmの時に、10μA以上の電流が流せば必要な輝度がとれることから、比較例の有機FETはOn/Off比で10<sup>6</sup>を超えており、チャンネル長が5μm、チャンネル巾が100

μmの時に20μA以上の電流が制御できるので性能的には充分といえるが、駆動電圧が高いのが難点であった。

【0053】次に、本実施例の具体的な有機薄膜スイッチング素子ではゲート電極下に無機絶縁膜を使わずに、直接キャリアをチャンネルに注入する構造になるので、ゲート電圧を低く設定できた。また、チャンネル長は有機薄膜の膜厚方向にとれるので、0.1μm以下となり、チャンネル巾を28μmとし、キャリア注入時の有機薄膜のキャリア移動度を0.1cm<sup>2</sup>/Vsとしたとき、ゲート電圧が7Vで10μAの電流を流すのに必要なソースとドレイン間の電圧は0.36Vと極めて低い電圧になった。なお、EL発光部の開口率は約54%、データ信号保持用のコンデンサの容量は0.58pFとなり、ライン巾はフォトリソの部分が5μm以上、蒸着プロセスの部分が10μm以上で構成できた。

【0054】

【発明の効果】以上の如く本発明によれば、従来の有機EL素子表示装置製造方法より工程が少なく、低温プロセスを製造を可能とする有機薄膜スイッチング素子を得ることができる。有機EL素子とこの有機薄膜スイッチング素子を組み合わせ、さらにメモリー用の容量も有機薄膜で形成することで、有機薄膜成膜プロセスだけでディスプレイパネルが作成できる。シリコン基板を使わずに有機薄膜でスイッチング素子を作成できるので、有機ELパネルの単純な製造プロセスで、アクティブマトリクス駆動方式の有機EL素子表示装置の大型フルカラーディスプレイが作成可能になる。

【0055】スイッチング素子により有機EL素子を個別に制御できるので、数Vの直流での高速スイッチング、低電圧駆動が可能になり、高効率、高輝度、長寿命のフルカラーディスプレイができる。デジタル駆動方式なので、今後拡大するデジタルソースに容易に対応できるフルカラーディスプレイになる。有機EL素子は光電変換機能を持っているので、デジタル駆動方式と合わせてインテリジェントなフルカラーディスプレイに展開できる可能性がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機EL素子表示装置の部分拡大断面図。

【図2】有機EL素子の等価回路を示す図。

【図3】本発明による実施例の有機薄膜スイッチング素子の概略断面図。

【図4】本発明による他の実施例の有機薄膜スイッチング素子の概略断面図。

【図5】本発明による実施例のアクティブマトリクス駆動方式の有機EL素子表示装置における表示パネルの一部を示す平面図。

【図6】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネル上に形成された有機薄膜スイッチング素子及び有機EL素子を示す回路図。

【図7】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図8】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図9】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図10】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図11】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図12】本発明による実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図13】図5の線AAの断面図。

【図14】図5の線BBの断面図。

【図15】本発明による実施例の有機EL素子表示装置を示すブロック図。

【図16】本発明による他の実施例のアクティブマトリクス駆動方式の有機EL素子表示装置における表示パネルの一部を示す平面図。

【図17】本発明による他の実施例の有機EL素子表示装置の表示パネル上に形成された有機薄膜スイッチング素子及び有機EL素子を示す回路図。

【図18】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図19】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図20】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図21】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置

の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図22】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図23】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図24】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

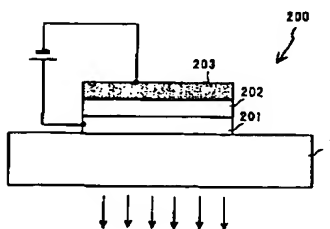
【図25】図16に示す実施例の有機EL素子表示装置の表示パネルの製造工程における基板の概略部分拡大平面図。

【図26】図25の線CCの断面図。

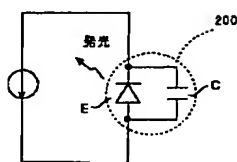
【符号の説明】

- 1 基板
- 2、7 ゲート電極
- 3 絶縁層
- 4 有機薄膜
- 5、6 金属電極
- 10、11 有機薄膜スイッチング素子
- 12 アノードライン
- 13 データ信号ライン
- 15 カソードライン
- 16 走査信号ライン
- 101 A/D変換回路
- 102 演算回路
- 103 フレームメモリ
- 104 コントローラ
- 105 走査回路
- 106 書き込み回路
- 107 電源回路
- 108 電流値メモリ
- 109 表示パネル
- 200 有機EL素子
- 300、300b コンデンサ

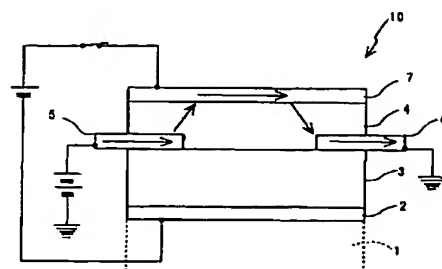
【図1】



【図2】

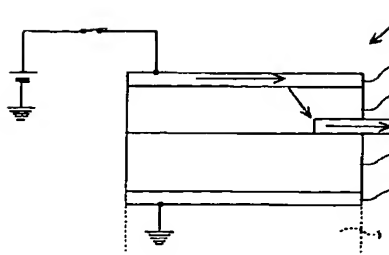


【図3】

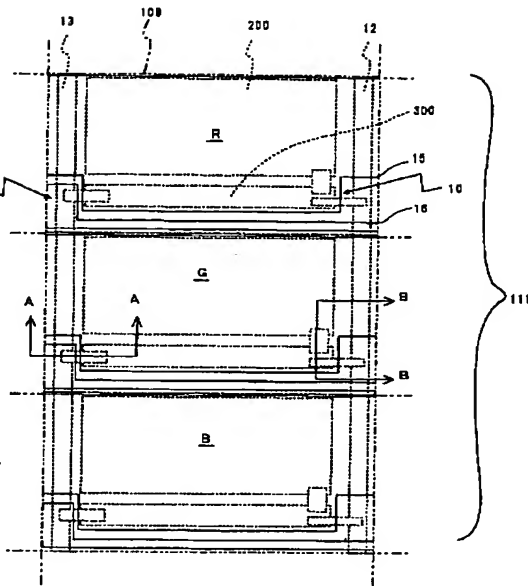




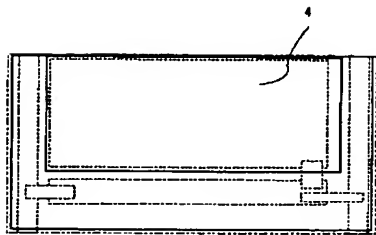
【図4】



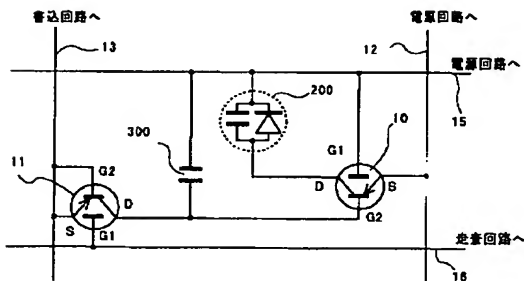
【図5】



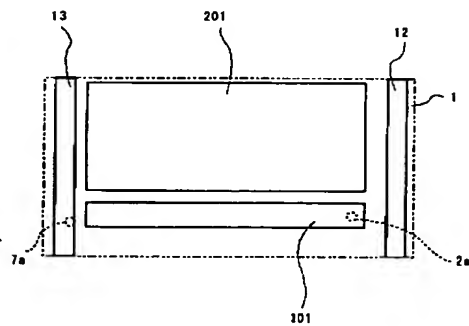
【図11】



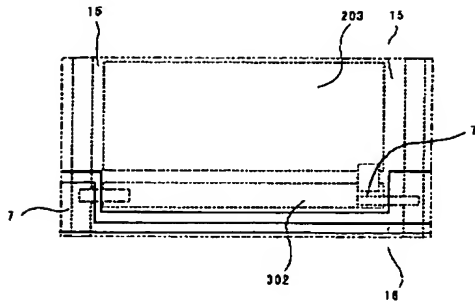
【図6】



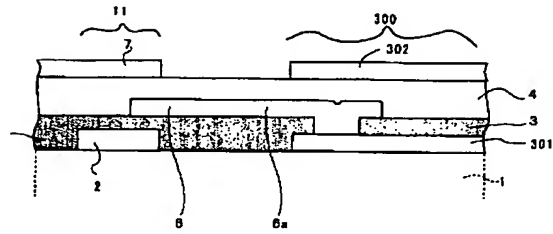
【図7】



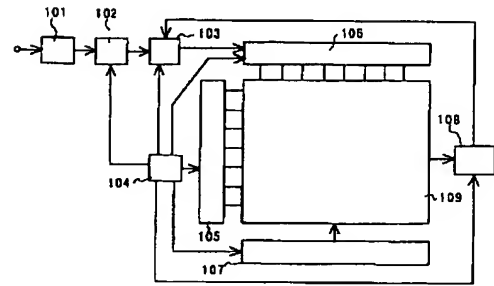
【図12】



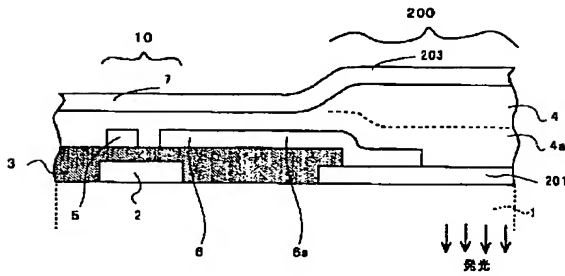
【図13】



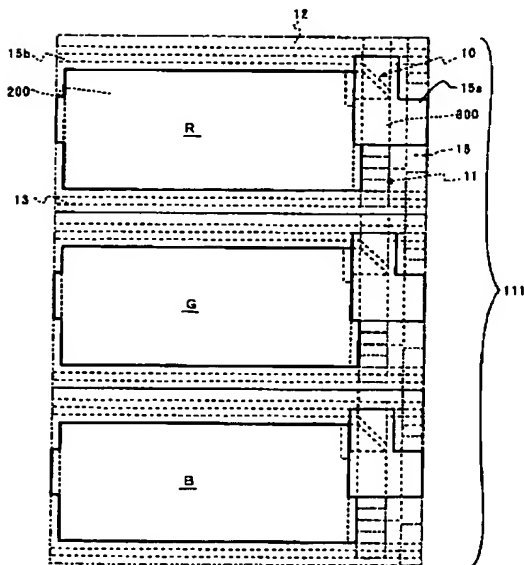
【図15】



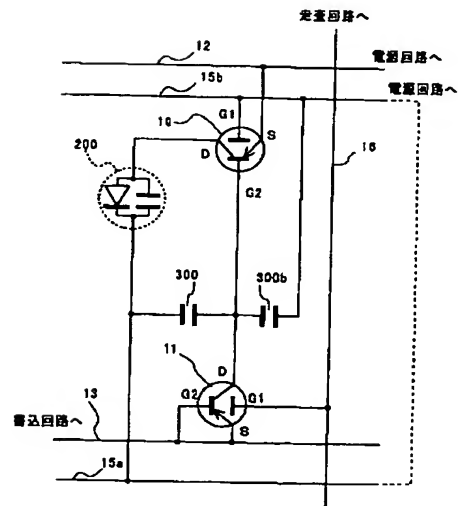
【図14】



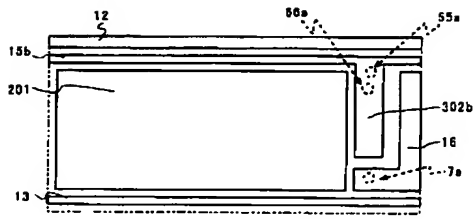
【図16】



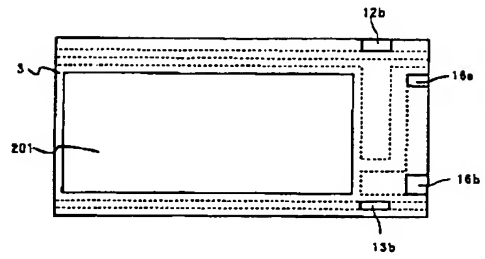
【図17】



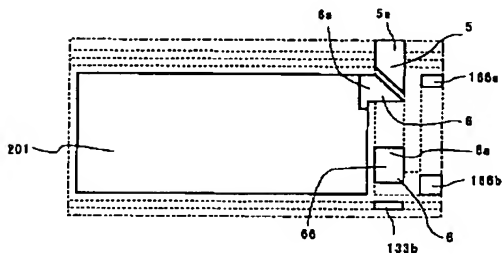
【図18】



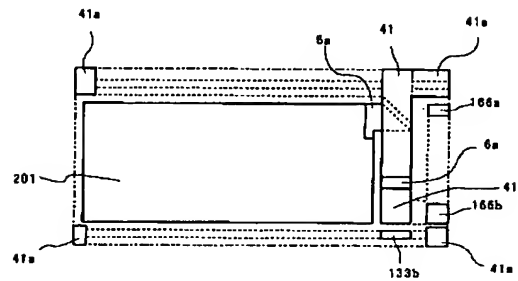
【図19】



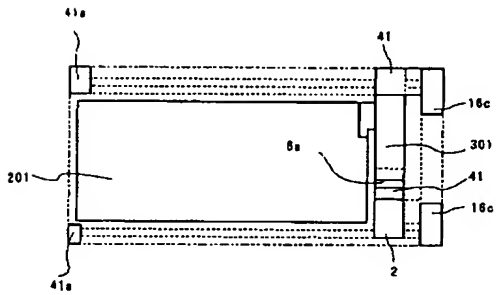
【図20】



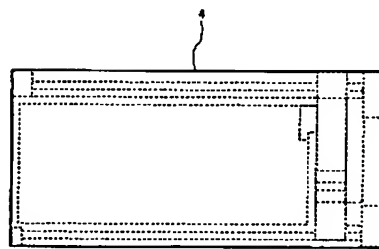
【図21】



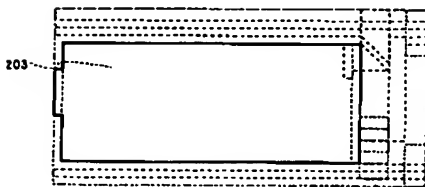
【図22】



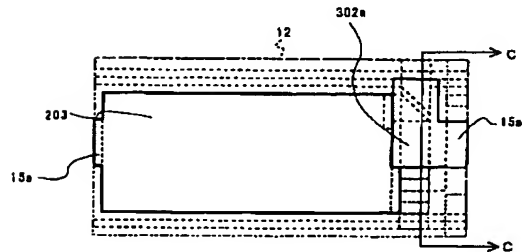
【図23】



【図24】



【図25】



【図26】

